

CAPITULO III

El Río Pilcomayo

“Régimen y aprovechamiento de la red fluvial Argentina”
“El río Paraná y sus tributarios”
(1947)

por F. Soldano

Proyecto de gestión
Integrada y Plan
Maestro de la Cuenca
del Río Pilcomayo
BIBLIOTECA

HH~174

CAPITULO III

EL RIO PILCOMAYO

En los manantiales de Talapampa, situados en las estribaciones orientales de la cordillera de los Frailes, Bolivia, nace el río Pilcomayo (1), alimentado por los ríos Cachimayo — que pasa por la ciudad de Sucre —, y Mataka, en su cuenca septentrional, y por el Río Grande de Cinti o de Palca Grande, el San Juan o de las Granadas y el río Yavi, que cruzan la zona meridional de esa hoya hidrográfica, formando los tres el río Pilaya, el que se echa en el Pilcomayo, por los 21° 20' de latitud, 70 km aguas arriba de Villa Montes. Desde la confluencia del Pilaya con el Pilcomayo este río cruza transversalmente las pre-serranías del sistema oriental, formando los saltos de Pirapó y Guatemendí — este último de 7,00 m de altura —, entrando luego en la llanura del Gran Chaco, que atraviesa tortuosamente hasta su desembocadura.

ASPECTO FISIOGRAFICO

Pilcomayo Superior. La hoya hidrográfica de este río tiene una superficie total de 146.000 km². De ésta corresponden a la cuenca montañosa imbrífera —cuenca activa—, cerca de 68.000 km², con un frente norte - sud, en el altiplano andino, de unos 400 km, desde Sucre hasta La Quiaca, fig. 61. Esta cuenca se desarrolla en la altiplanicie boliviana a una altura media de 3.350 m sobre el nivel del mar, con cumbres que pasan de 5.000 m. El desnivel total

(1) En quichua: Pilcomayo o Piscomayu, *agua (río) roja*; en guaraní: Araguay, equivale a "agua que baja de la tierra de los sabios", (con referencia a los Incas, por su cultura, etc.). El P. Lozano dice: "Los españoles de esta provincia y los del Perú le llaman Pilcomayo, corrompiendo el nombre que tenía en la lengua quichua, que es la general del Perú, cuyos naturales le llamaban *Piscomayu*, que quiere decir "río de los pájaros".

del río en sus primeros 300 km en línea recta, es decir, desde sus nacientes hasta Villa Montes, es de 2.950 m, presentando tanto el río principal como todos los tributarios que hemos nombrado, pendientes longitudinales considerables, superiores, en media, a 10,00 m por km, la que se reduce a 1,50 m/km frente a la referida ciudad. Por tal causa

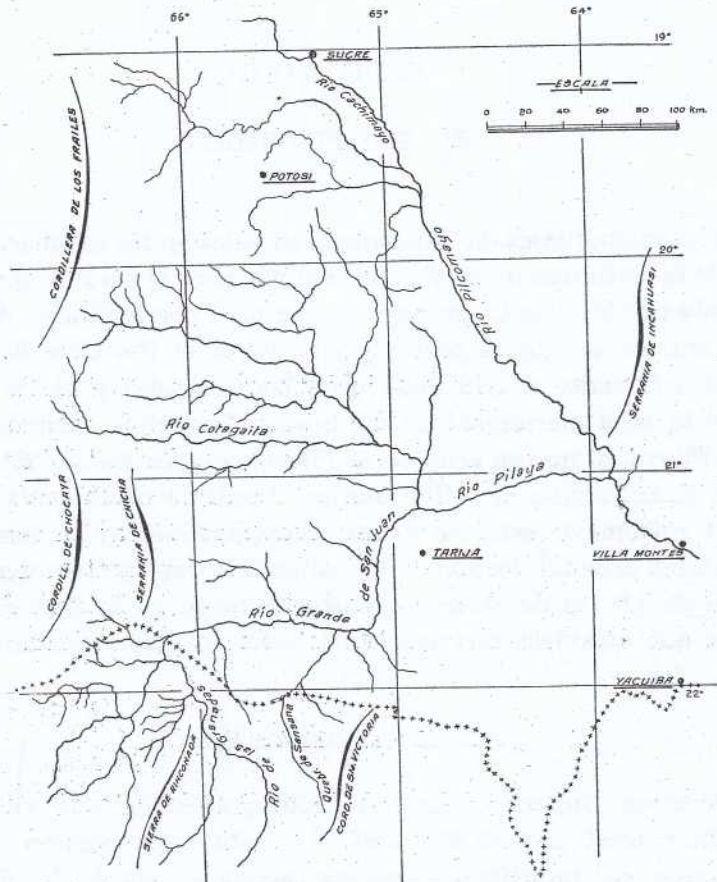


Fig. 61. — Cuenca hidrográfica del río Pilcomayo.

todos esos cursos de agua están atacando y erosionando intensamente el borde oriental del altiplano. El geólogo Hausen dice al respecto (1): "Según mis propios conocimientos de esta región del sud de Bolivia y a juzgar por los mapas y la literatura existentes, toda la región septentrional de los manantiales del Pilcomayo, desde la fecha del levanta-

(1) HAUSEN, J., Sobre un perfil geológico del borde oriental de la Puna de Atacama; *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias*, Tomo XXVIII; Córdoba, 1925.

miento de la Puna, se encuentra en un proceso de profunda erosión lineal del altiplano. Es un fenómeno comparable en su tamaño y grandeza únicamente al Grand Canyon del río Colorado, de Arizona. La erosión retrógrada ha alcanzado ya la cordillera del centro de Bolivia, (Esmoraca - Cordillera de los Frailes)".

Desde la confluencia Pilcomayo - Pilaya el río recorre unos 200 km, en línea recta, en territorio boliviano, hasta llegar al paralelo 22°, que sirve de frontera entre Argentina y Bolivia. A la salida de las sierras, en Villa Montes, el cauce del río, limitado por laderas de roca de 30,00 m

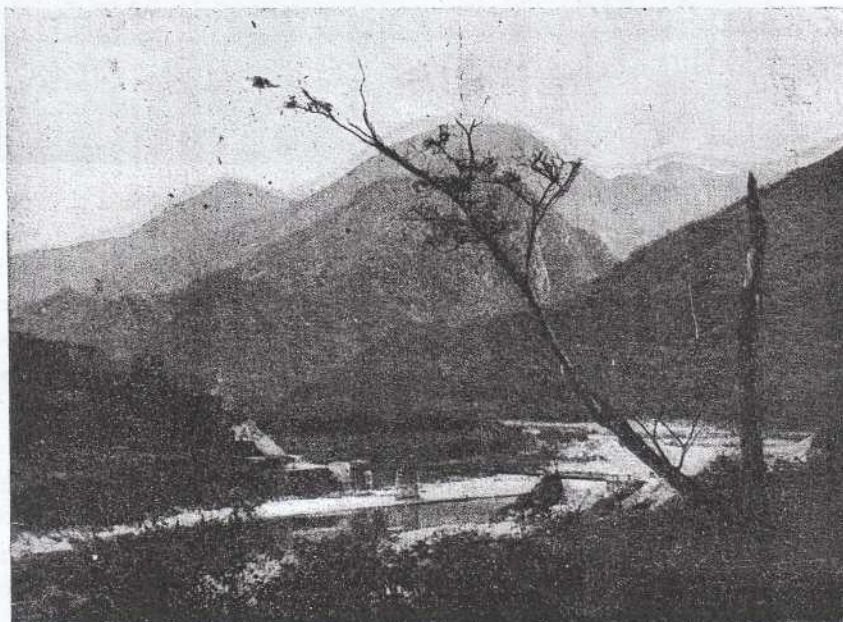


Fig. 62. — El río Pilcomayo en Villa Montes.

de altura, tiene un ancho aproximado de 100,00 m; un hermoso puente colgante atraviesa el cauce en ese punto, fig. 62. Desde Villa Montes, a 400 m de altura sobre el nivel del mar, continúa desarrollándose el río aumentando el ancho de su lecho, a la vez que reduciendo la altura de las barrancas; al cruzar el paralelo 22° esa anchura alcanza a 600 metros, con barrancas de 4,00 a 8,00 m de alto. A partir de unos 15 km aguas abajo de La Paz, (Salta), el río se vuelve muy tortuoso, con bucles pronunciados, variando el ancho entre 700 y 1.000 metros, entre barrancas de sólo 2,00 a 4,00 m de altura, de formación arenosa, que proporcionan la mayor parte del material sólido en suspensión llevado durante las crecidas, fig. 63.



Fig. 63. — El río Pilcomayo próximo a C. Buenaventura.

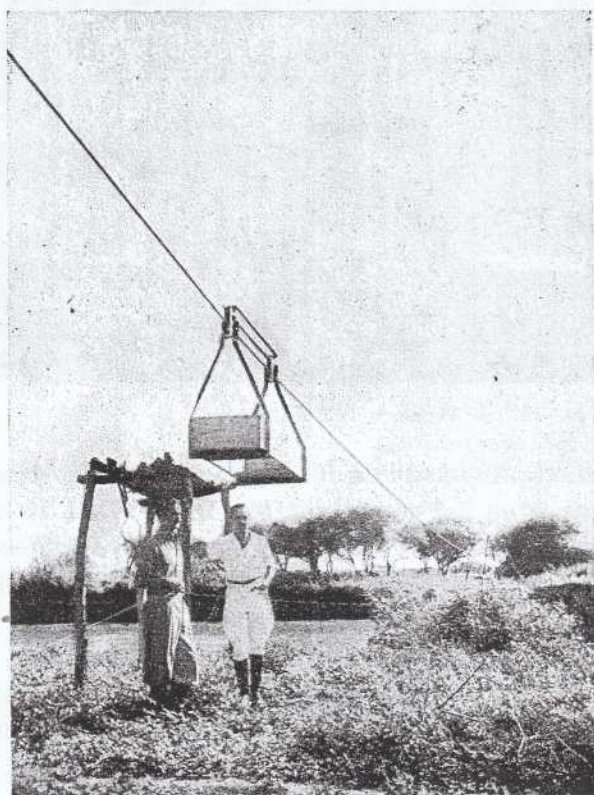


Fig. 64. — Estación de aforos en P. Pilcomayo.

A los 90 km aguas abajo de La Paz el río pasa por la antigua Colonia Buenaventura, hoy próxima a su total despoblación, y 20 km más adelante cruza frente a la Misión de San Andrés, donde el cauce tiene unos 400 metros de ancho, con barrancas de sólo 2,00 m de altura, sobre las que desbordaron las aguas cerca de 1,00 m durante las crecidas del año 1938, inundando vasta superficies de terreno.

En Sombrero Negro, 70 km aguas arriba de La Horqueta, existe una zona de desbordes del río que for-

ma en la margen sud las lagunas de Los Pájaros y Media Luna, las que continúan por diversos cañadones, que riegan así naturalmente una ancha franja de campos, aprovechados para cría de hacienda.

A los 30 km aguas abajo pasa el río frente a Fortín Pilcomayo, situado en su margen derecha, fig. 64, a 155,32 m sobre el nivel del mar. En este punto el cauce se presenta bien encajonado, con barrancas firmes de 7,00 m de altura y un ancho medio de 100 m, fig. 65. En las márgenes abundan montes de algarrobo, chañar y quebracho.

Diez kilómetros aguas abajo llega el río al punto denominado La Horqueta, en el que termina el Pilcomayo Superior. El desnivel total desde Villa Montes hasta este punto es de 245 metros, en un recorrido, en línea recta, de 430 km; la pendiente media del valle es de 0,60 m por km. El cauce desde Fortín Pilcomayo hasta La Horqueta se presenta bien definido, con barrancas altas y firmes, de 4' a 6,00 m de altura, y con un ancho variable entre 70 y 120 metros. En estos 10 km el río no ha desbordado durante los últimos años, (de 1938 adelante). A unos 3 kilómetros al sud corre el antiguo cauce, hoy totalmente en seco.

Pilcomayo Medio. — Este segundo tramo del río, que se extiende desde La Horqueta hasta Salto Palmar, en una longitud de 160 km, constituía, hasta hace poco, el trecho menos conocido de todo su largo recorrido. La extraordinaria inestabilidad de su curso, que presenta variaciones continuas en este tramo, las dificultades que se oponían y se oponen para su reconocimiento y estudio, los peligros mismos que amenazaban hasta hace pocos años a los que se aventuraban a explorarlo, peligros de que fueran víctimas Crévaux en 1882 e Ibarreta en 1898, habían con-

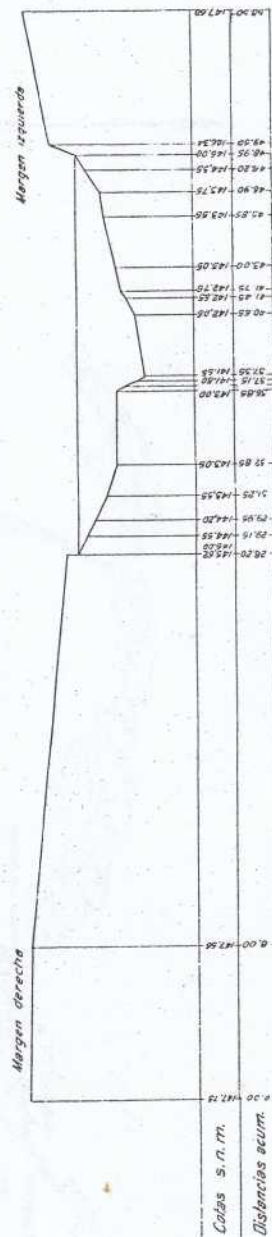


Fig. 65. --- Río Pilcomayo: perfil transversal en Fortín Pilcomayo.

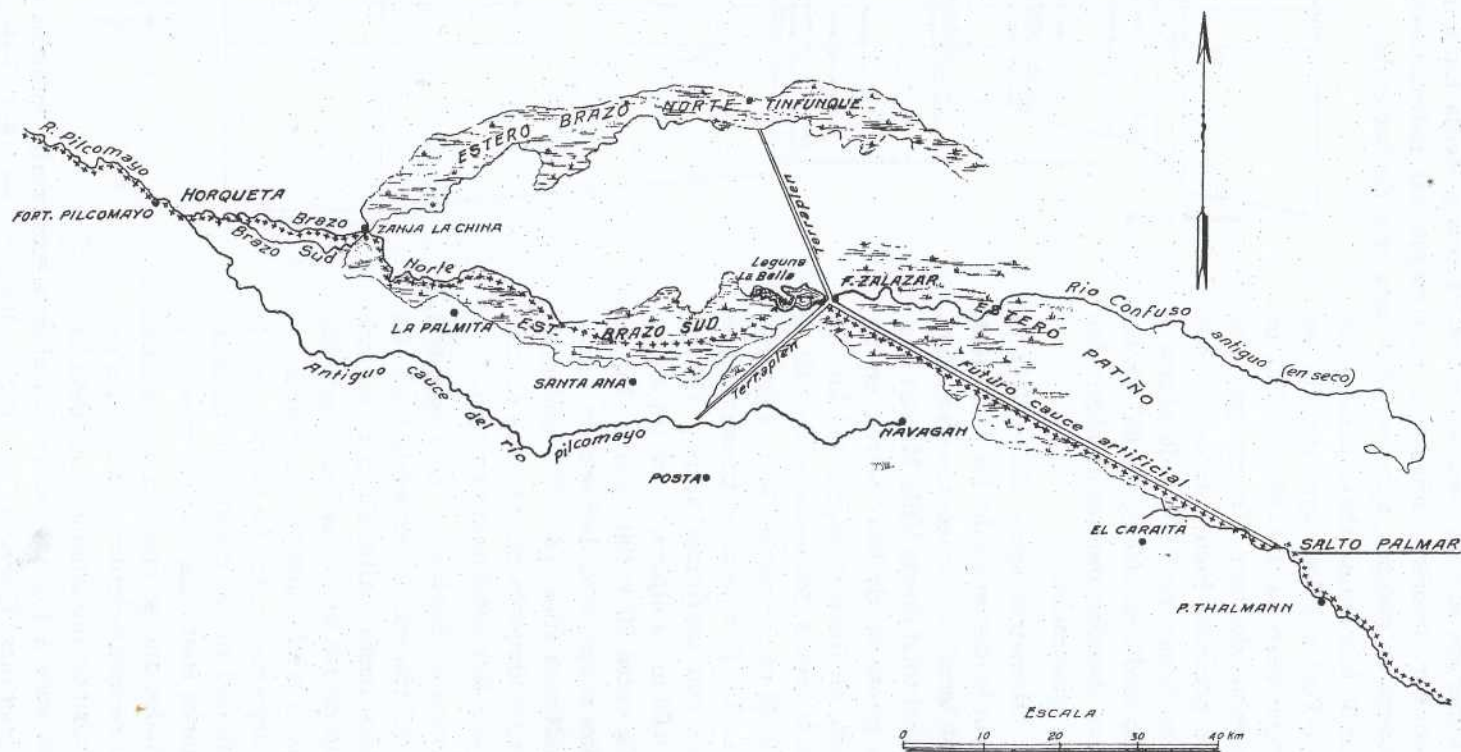


Fig. . — Río Pilcomayo: sector medio en 1945, con las obras previstas en el Tratado de Límites de junio 19.

tribuído para que el Pilcomayo Medio ofreciera el carácter de un verdadero "misterio hidrográfico". Este misterio ha quedado develado gracias a los trabajos y estudios en el terreno llevados a cabo por la Comisión Mixta de Límites Argentino - Paraguaya, durante los años 1939 a 1943, y del anteproyecto preparado por la Comisión Técnica Mixta de Estudios y Obras Hidráulicas del Pilcomayo, cuyo informe final corre agregado a la documentación que acompaña el Tratado de Límites relativo a este tramo del Pilcomayo, La Horqueta - Salto Palmar, suscripto en Buenos Aires, el 1º de junio de 1945 (1), fig. 66.

En La Horqueta el río se bifurca en dos brazos, Norte y Sud, de los que el más importante es el primero, pues el Brazo Sud está en vías de cerrarse totalmente, fig. 67. Por el cauce sinuoso del Brazo Norte pasa la mayor parte del caudal del río; tiene un ancho de 50 a 100 metros y barrancas de 2,50 a 4,00 m. Abunda en las islas y barrancas vegetación de palo - bobo. El Brazo Sud, de menor importancia, tiene un ancho de 30 a 60 metros; las barrancas, que alcanzan 4,00 m en La Horqueta, van disminuyendo de altura hacia aguas abajo, anulándose completamente después de unos 20 km de recorrido, en el punto en que ambos brazos vuelven a unirse, punto llamado Zanja de la China. Como hemos dicho, el Brazo Sud se está embancando muy rápidamente, debido a los sedimentos considerables que dejan las crecidas.

Desde la confluencia de los dos brazos, en la Zanja de la China, se inicia una vastísima zona de divagación y desborde de las aguas, dando origen a la formación de extensos bañados, lagunas y esteros. En especial se destacan, por las enormes superficies cubiertas con las aguas, el Estero Brazo Norte y el Estero Brazo Sud, siendo éste el de mayor importancia por extensión, hondura y permanencia en el derrame, pues al Estero Brazo Norte llegan aguas sólo en caso de grandes crecidas. Por el Estero Brazo Sud continúa actualmente el curso del Pilcomayo, con cauce bien definido y sinuoso. En los 40 km que median entre Zanja de la China y Santa Ana ese cauce tiene un ancho variable entre 40 y 65 metros; las barrancas en los primeros 18 km, es decir, hasta

(1) El ingeniero CARLOS A. VOLPI, miembro de la mencionada Comisión Técnica, preparó el interesante anteproyecto para la utilización de las aguas del Pilcomayo y regularización de su curso, en base a estudios hidrológicos de los que nos ocuparemos al tratar del régimen del río. Colaboraron, además, en los trabajos de la Comisión de Límites el Instituto Geográfico Militar Argentino, con el levantamiento aerofotogramétrico de la zona y nivelación de puntos especiales y la Dirección de Minas y Geología, que ejecutó perforaciones y trabajos topográficos y geológicos.

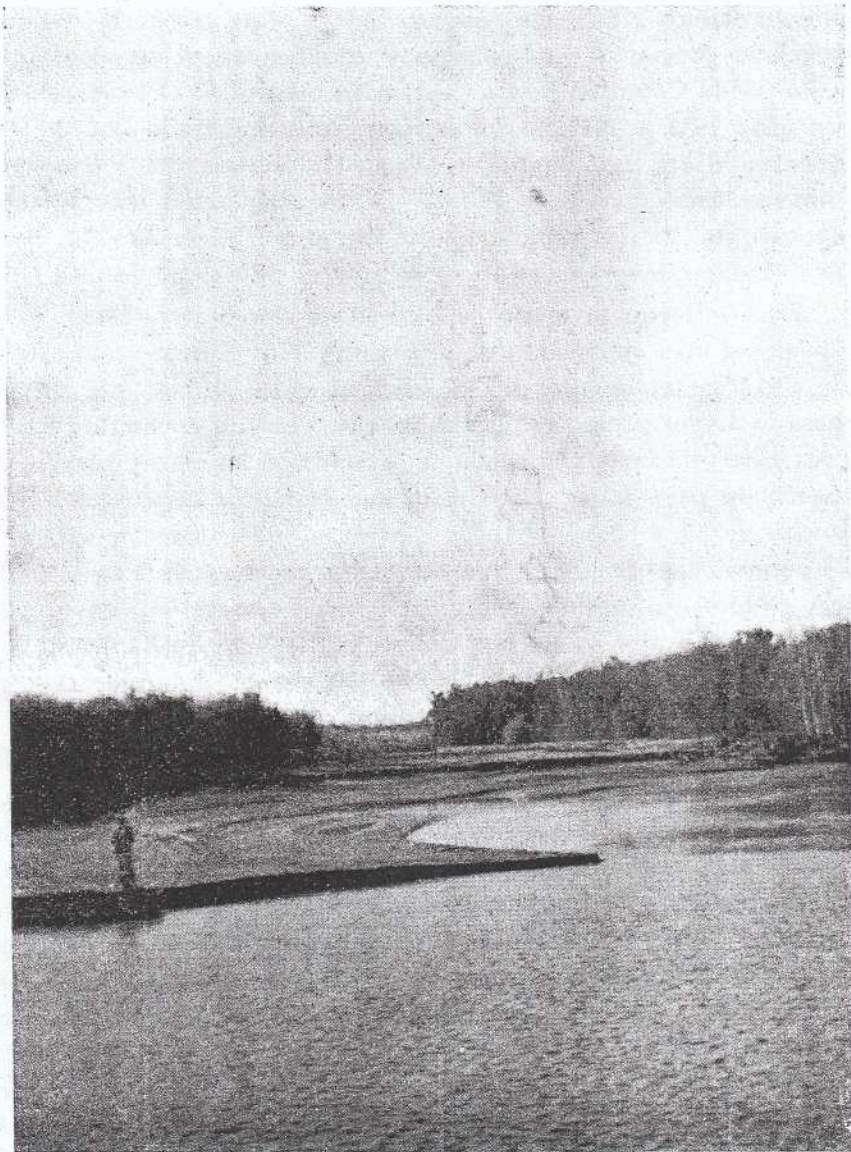


Fig. 67.— Brazo Sud del río Pilcomayo. en rápido proceso de atarquinamiento.

frente a La Palmita, tienen unos 4,00 m de altura, disminuyendo ésta gradualmente, hasta que en proximidad de Santa Ana se anula, desbordando aquí las aguas, las que llegan a cubrir una zona de 10 km de ancho, formándose con tales desbordes, al sud de ese Estero, las lagunas La Madrid y Verde.

Esa zona es la de los Bañados del Pilcomayo; en ella el cauce del río ha desaparecido, corriendo las aguas, extendidas en grandes llanuras de varios kilómetros de ancho, con rumbo hacia la laguna La Bella, a la que llegan después de haber depositado en el tramo anterior todos los sedimentos llevados en suspensión; las aguas de esa laguna, son, por lo tanto, cristalinas. Forma la misma un gran receptáculo de 10 km de largo, de este a oeste, y 5 km de ancho, de norte a sud, con una profundidad media de 1,00 m en toda época del año. La salida de esa laguna tiene lugar a la altura de Fortín Salazar, con un cauce bien definido hacia el gran Estero Nuevo, al norte del río Confuso.

Durante más o menos tres meses al año, de febrero a abril, se produce por ese desagüe la evacuación de los desbordes de La Bella hacia Navagán, al este de la misma, sin formar cauce, dada la pendiente poco pronunciada del terreno, 0,30 m/km, alimentando en esta forma el Estero Patiño. Entre el cauce seco del viejo río Confuso y ese Estero existe una elevación de terreno, un albardón, que constituye la divisoria de las aguas que van hacia el Estero Nuevo y las que siguen hacia el Estero Patiño, distribuyéndose estas últimas entre otros esteros, como el Totoral, Pampa Guazú y Pampa Yi, situados en territorio paraguayo.

El Estero Patiño. — Desde la Laguna La Bella hasta Salto Palmar se extiende el Estero Patiño, en un ancho medio de 10 km. Es una vasta extensión de bañados que en la actualidad y desde hace muchos años se encuentra casi siempre en seco ⁽¹⁾, salvo una pequeña laguna de agua permanente, situada en el centro del estero, de unos 500 m de lado, cubierta por espesa vegetación de totora. Sólo durante los desbordes de La Bella queda inundado todo el estero, corriendo lentamente las aguas hacia el arroyo Caraitá, su emisario natural, el que por un cauce poco definido, interrumpido en diversos puntos por cañadones y que va ensanchándose considerablemente hacia el este, llega a Salto Palmar, alimentando desde aquí el Brazo Sud del Pilcomayo Inferior. VOLPI en el informe a la Comisión Mixta de Estudios y Obras Hidráulicas del Pilcomayo, comprueba la absoluta carencia de agua del Estero Patiño: "Actualmente — dice — por el primer perfil, (entre Navagán, margen derecha, y La Esperanza, margen izquierda), es posible cruzar el estero en automóvil, desde septiembre hasta enero, y en el centro, 15 km más abajo, que es la parte más ancha, está en seco en los mismos meses, salvo unos 500 m de aguas permanentes estancadas formando un gran totoral".

(1) GUNARDO LANGE, en su exploración de 1905, ya lo encontró en seco.

En las crecidas anuales, de febrero a junio, el Estero Patiño desborda hacia el sud, frente a Puesto Caldá, siguiendo las aguas hasta Fortín Leyes.

El desnivel total entre el desagüe de la laguna La Bella, próximo al antiguo Fortín Salazar, 127,00 m sobre el nivel del mar, y Salto Palmar, 107,00 m, determina una pendiente longitudinal media en el Estero Patiño de 0,30 m por km.

Las modificaciones que han alterado a través de los años y continúan alterando el aspecto fisiográfico de este sector central del Pilcomayo, quedan retratadas en algunos planos y documentos de épocas anteriores. Así, en un plano topográfico de ese río levantado por la Comisión de Límites Argentino - Paraguaya que actuó entre 1906 y 1908 ⁽¹⁾, y que abarca desde la desembocadura en el Paraguay hasta el límite occidental del Estero Patiño, figura el Pilcomayo Superior desaguando en una laguna "Parantina" y por ella alimentando directamente el río Confuso, que corre al norte del estero, fig. 68. Hoy ese cuadro están totalmente modificado: la laguna Parantina ya no existe, ha desaparecido por el atarquinamiento debido al material sólido de las crecidas ⁽²⁾, a la vez que por la desviación del Pilcomayo ocurrida en 1911. El río Confuso que de ella arrancaba y cuyo curso fué recorrido íntegramente, desde la Parantina hasta el río Paraguay, por Schmied en 1906, según se indica en ese mismo plano, tenía anteriormente un cauce bien definido, de unos 25,00 m de ancho y con barrancas de 3,00 m; en el año 1926 ⁽³⁾ empezó a atarquinarse ese cauce en proximidad de su origen, desviándose posteriormente más al norte, pasando por el Estero Nuevo. En la actualidad el lecho antiguo del Confuso, colmatado y sobreelevado por los aportes de material sólido, corre por un albardón mientras que el Estero Brazo Norte alimenta el río Confuso Nuevo. El Pilcomayo, por su parte, alterando el recorrido con que aparece en ese plano topográfico de 1906 - 1908, desvió su curso en el año 1911 hacia el sud, en el punto Horqueta, fig. 66, siguiendo un cauce hoy totalmente en seco, abandonado en una nueva desviación, ocurrida en 1933, después de la cual el río, por la Zanja de la China, como se ha dicho, sigue hoy a tra-

(1) Plano publicado por la División de Límites Internacionales del Ministerio de Relaciones Exteriores.

(2) Recordemos que en Fortín Pilcomayo se registran aportes de materiales en suspensión de 62 a 67 millones de metros cúbicos por año; (años 1941 y 1942).

(3) VOLPI, CARLOS A., Informe citado.

vés del Estero Brazo Sud, en dirección al este. La fig 69 (1), extraída de una plancheta del Instituto Geográfico Militar, muestra la desviación del río ocurrida en 1911.

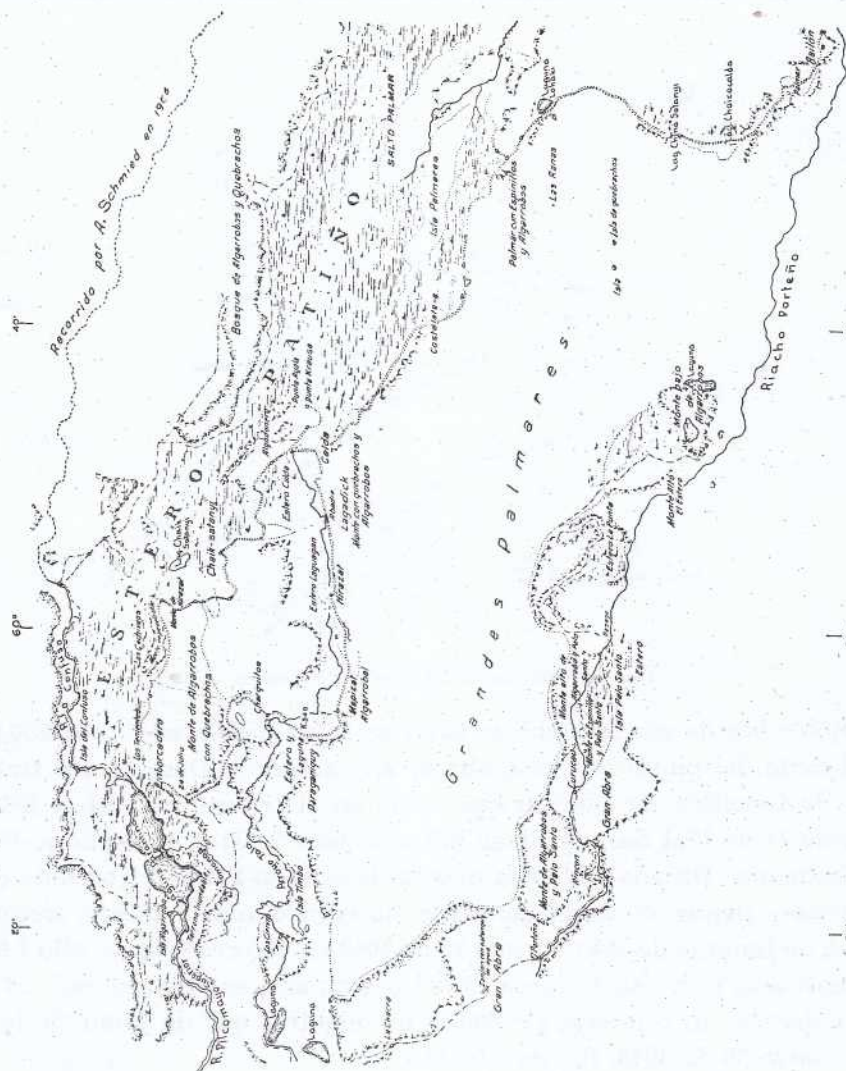


Fig. 68. — El Pilcomayo Medio en el año 1908.

La actual laguna La Bella que ha venido a reemplazar a la Parantina, queda algo al sudoeste del sitio que ocupaba ésta.

En Salto Palmar, en el que termina el Pilcomayo Medio, fig. 70, el

(1) Reproducimos ese croquis de la obra "Pilcomayo" de AUGUSTO TAPIA; Buenos Aires, 1935.

cauce del río tiene sólo 15,00 m de ancho; el desnivel actual en la superficie del agua del salto es de 1,30 m. Este accidente topográfico presenta una acción de erosión retrocedente considerable y sumamente variable. Lange, en su exploración del año 1905 (1), encontró el 28 de

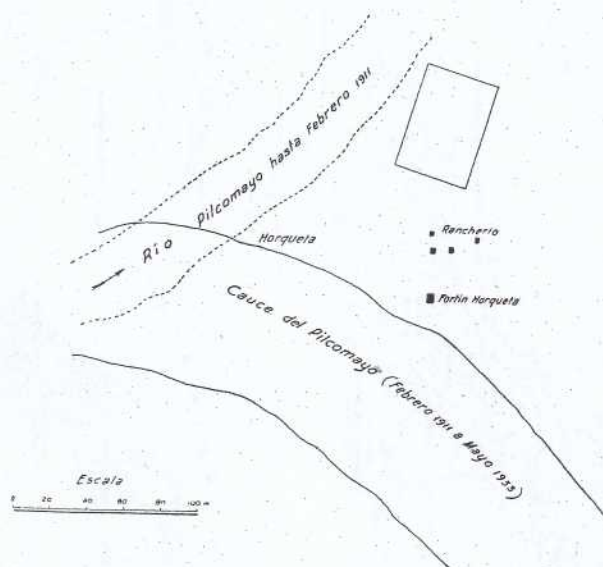


Fig. 69. — Desviación del curso del Pilcomayo, en 1911.

septiembre de ese año que el salto se había desplazado unos 200,00 m al oeste del punto que ocupaba el año anterior. Durante los trabajos de la Comisión de Límites que actuó en el terreno de 1940 a 1943, en junio 14 de 1941 Salto Palmar fué ubicado a 7.400 m al norte de Puesto Thalmann. Un año y 15 días más tarde el salto había retrocedido 602,00 metros, siendo el desplazamiento observado notablemente irregular: así, de junio 14 de 1941 a junio 15 de 1942 el retroceso fué de sólo 1,60 m; desde esta fecha hasta junio 29 del mismo año, es decir, en sólo 14 días, se observó un retroceso de 600,85 m, mientras que de junio 29 de 1942 a marzo 30 de 1943, fué de 2,50 m (2).

Pilcomayo Inferior. — Desde Salto Palmar hasta la desembocadura se extiende el tramo inferior del río, el que presenta dos brazos, norte y sud, siendo este último, que corre desde Salto Palmar, el cauce

(1) LANGE, GUNARDO, *El río Pilcomayo*; Buenos Aires, 1906.

(2) Indudablemente debe atribuirse ese desigual retroceso a la distinta formación, cohesión y resistencia de los terrenos erosionados.

internacional, límite entre las dos naciones. El recorrido total desarrollado entre Salto Palmar y la boca del río, en el Paraguay, frente al Cerro Lambaré, es de 406,5 km.

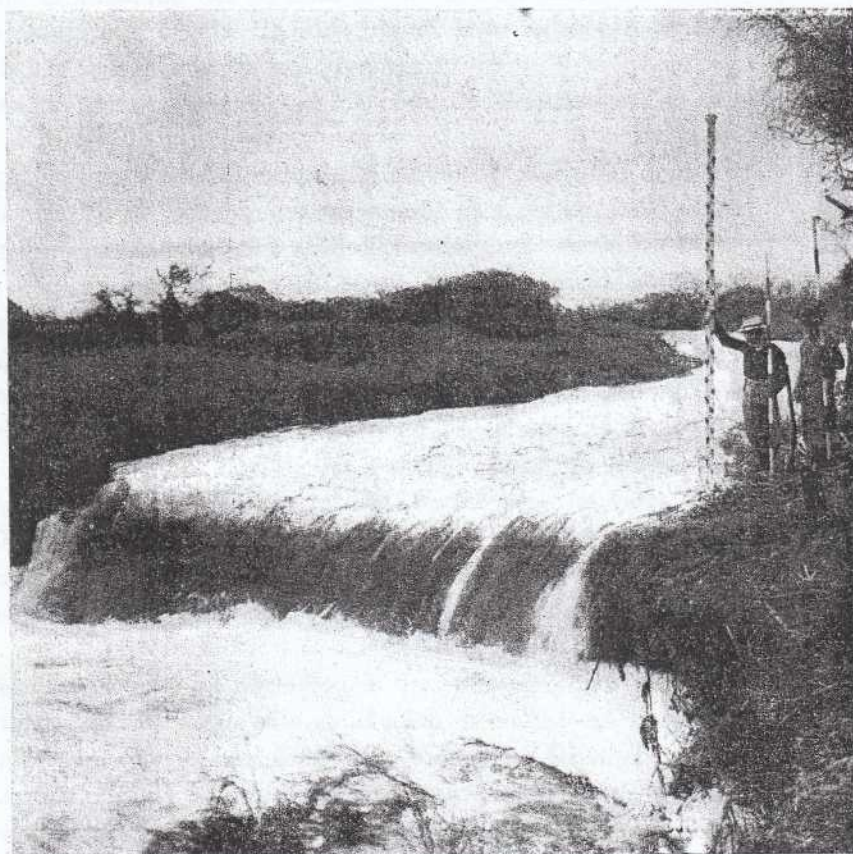


Fig. 70. — El río Pilcomayo en Salto Palmar.

Este tramo del río, en ambos brazos, es muy tortuoso, presentando curvas cerradas y numerosos cauces secos, abandonados al cortar el río esas curvas. El ancho del cauce varía entre 30,00 y 40,00 m a lo largo de este sector, y ambas márgenes, bien pronunciadas y definidas, las forman barrancas de 7,00 a 8,00 m de altura. Entre el brazo norte y el brazo sud se extienden tupidos bosques de quebracho, guayacán, palo santo y algarrobo.

Siguiendo hacia aguas abajo pasa el río frente a Baradero, progresiva km 338, y Rebollo Cué, km 255. En progresiva km 197 el brazo sud confluye con el brazo norte en Junta Fontana, corriendo en adelante en

un curso único hasta su desembocadura. En km 181 se encuentra Puesto Frers, en km 130 Puesto Heladera y en km 88 Puerto Galileo, en el que existen restos de un antiguo muelle de madera, perteneciente a una fábrica de tanino hoy desaparecida. Por último, frente a km 22, pasa el río por Villa Clorinda, la más importante de las poblaciones en este tramo terminal, desembocando finalmente en el río Paraguay a los 25° 20' 15", frente a Puerto Pilcomayo, aguas abajo del brazo que separa las islas Yuqueti y Tacumbú. En la margen opuesta se levanta el Cerro Lambaré.

El cauce, bien definido, presenta afloramientos de tosca en muchos puntos, los que dan origen a la formación de rápidos, de alturas variables entre 1,00 y 2,00 m. En general, debido a la consistencia del terreno en que ha ido formándose el cauce, se nota, especialmente entre Junta Fontana y Baradero, la invariabilidad del curso del río, sin modificación ni divagación alguna (1). Las márgenes son más altas que los terrenos adyacentes, formando albardones, detrás de los cuales es frecuente observar la existencia de lagunas, cuyas aguas, por infiltración, alimentan el caudal del río.

El desnivel total en este tramo inferior es, (Salto Palmar 107,00 m y Puerto Pilcomayo 76,00 m sobre el cero del Riachuelo), de 31,00 m, lo que determina una pendiente media de 0,075 m/km; en su tramo terminal, Junta Fontana - Puerto Pilcomayo, esa pendiente no pasa de 0,06 m/km, fig. 71.

En este último tramo se produjo, a principio de este siglo, una importante modificación del curso del río, el que siguiendo en un primer tiempo alguna vaguada de menor pendiente, se desvió parcialmente hacia el cauce del río Negro, que corre próximo al norte, facilitada y profundizada posteriormente esa desviación, haciéndola permanente y definitiva, por medio de trabajos emprendidos por pobladores de la zona, deseosos de llevar sus productos más rápidamente por ese nuevo cauce que por el tortuoso recorrido del Pilcomayo, fig. 72. Esa desviación del río, de unos 2.500 m de largo, arranca desde el km 26 y se echa en la margen derecha del río Negro, el que desemboca en el Paraguay, 10 km aguas arriba de Puerto Pilcomayo: se conoce este corte con el nombre de "El Reventón". Por él pasa actualmente la casi totalidad del caudal del Pilcomayo; aforos efectuados el 11 de abril de 1940 por

(1) LANGE, G., en la obra citada, hace la observación de que el mapa levantado por los ingenieros Sol en 1898 comparado con su propio levantamiento en 1905, permite notar no haberse producido cambio alguno en el aspecto del cauce, no obstante las numerosas curvas del río.

la Dirección de Navegación y Puertos en kilómetro 26,8, es decir, aguas arriba del arranque de El Reventón, dieron como resultado un caudal

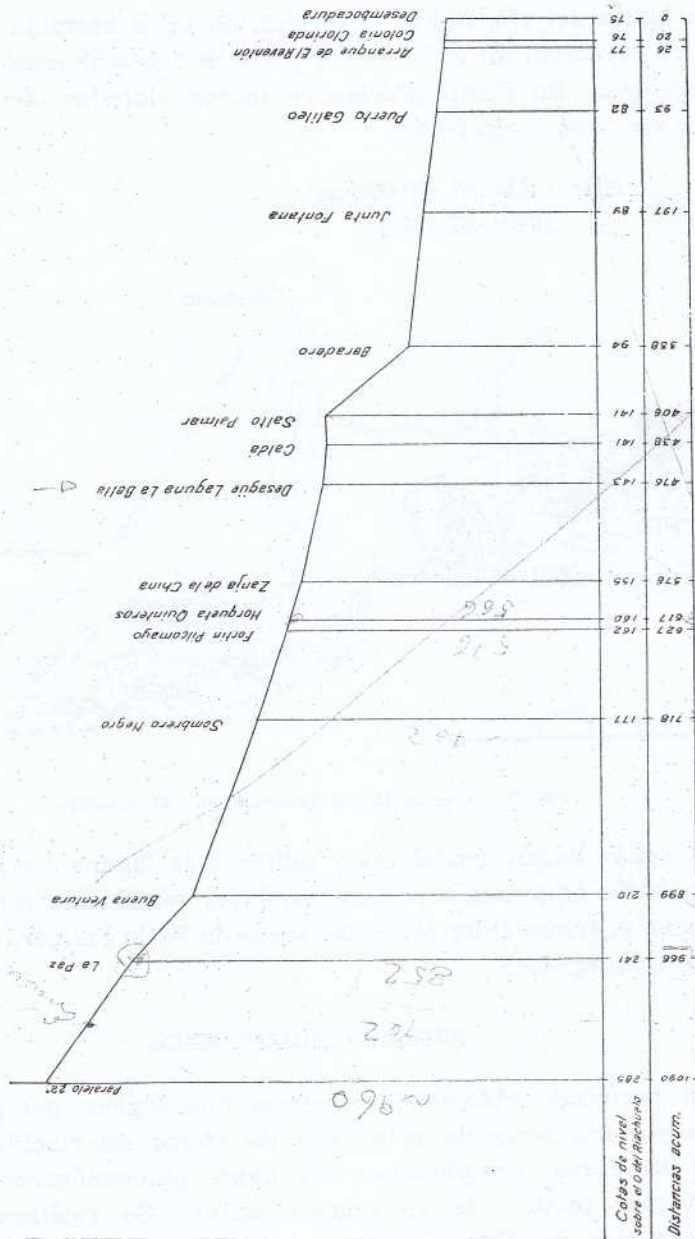


Fig. 71. — Perfil longitudinal del río Pilcomayo.

de 84,2 m³/s en el Pilcomayo, de los cuales pasaban, según aforos de la misma fecha, 74,7 m³/s al cauce de El Reventón y por éste al río Negro, y sólo 6,9 m³/s al curso inferior del río.

Es indudable que esta situación debe modificarse reactivando el cauce internacional del río, al que debe restituirse el caudal íntegro, indebida y artificialmente desviado. Más adelante volvemos sobre ello.

Las aguas del río, dulces y turbias, de color bermejo en el tramo superior, depositan en él la mayor parte de los sedimentos que llevan en suspensión. En Fortín Pilcomayo fueron aforados esos sedimentos con los resultados siguientes:

Año 1941: 67.400.000 m³
 „ 1942: 62.500.000 „

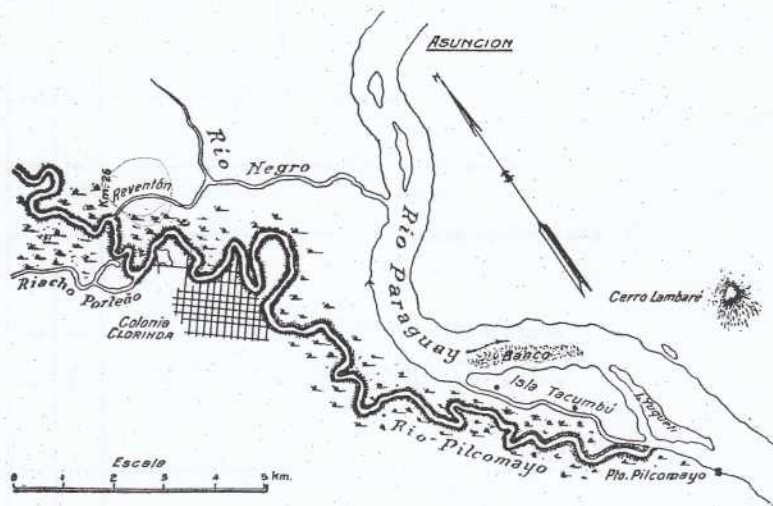


Fig. 72. — Desviación del Pilcomayo en "El Reventón".

Las aguas llegan cristalinas y dulces a la laguna La Bella; en el Estero Patiño empiezan a ponerse salobres, volviéndose completamente saladas en el tramo inferior, aguas abajo de Salto Palmar, conservando empero su limpidez.

REGIMEN HIDROLOGICO

Han permitido obtener los factores hidrológicos del régimen del Pilcomayo una serie de estaciones de aforos establecidas a lo largo de su curso, completados con datos pluviométricos registrados en diversos puntos de su cuenca activa. Se realizan aforos en las estaciones de Villa Montes, (aprovechando el puente colgante allí existente), La Paz, Fortín Pilcomayo y Puesto Thalmann, esta última a 10 km aguas abajo de Salto Palmar. Datos pluviométricos son obtenidos en Sucre, Potosí, Tarija, Yacuiba y Villa Montes.

Como se ha dicho precedentemente, el área de la cuenca activa del Pilcomayo es de 68.000 km². Las precipitaciones anuales registradas en diversos puntos de la misma arrojan las cifras siguientes:

Sucre	667 mm
Potosí	473 „
Tarija	523 „
Yacuiba	957 „
Villa Montes	846 „

cuyo promedio es de 693 mm. Las precipitaciones máximas en toda la cuenca se inician en el mes de noviembre y se prolongan hasta marzo, inclusive. La afluencia meteórica anual media en la cuenca activa alcanza a 47.124 Hm³.

En la estación de aforos de Villa Montes se registran diariamente alturas y caudales desde el año 1941. Los valores correspondientes al período 1941 - 1945 van en el cuadro siguiente: (1)

CUADRO XIV

Años hidrológicos	Caudales medios m ³ /s	Derrames anuales Hm ³
1941 - 42	116,0	3.656
1942 - 43	136,1	4.291
1943 - 44	301,1	9.493
1944 - 45	147,3	4.645

El caudal medio en el período, o sea el módulo, resulta de 175 m³/s y el derrame medio anual de 5.421 Hm³.

Los caudales mensuales medios, con los cuales se ha trazado la curva respectiva, fig. 73, para el año hidrológico 1º de setiembre - 31 de agosto, van a continuación:

Setiembre	22,1 m ³ /s	Marzo	487,7 „
Octubre	27,9 „	Abril	216,8 „
Noviembre	56,0 „	Mayo	80,1 „
Diciembre	117,8 „	Junio	43,9 „
Enero	436,9 „	Julio	31,0 „
Febrero	571,8 „	Agosto	27,1 „

(1) Datos que nos ha facilitado la Dirección General de Riegos de Bolivia, a la que quedamos muy agradecidos.

La curva de los caudales medios muestra un período de crecidas que comprende los meses de enero a abril inclusive, siendo el resto del año de bajante.

El caudal máximo instantáneo registrado en Villa Montes alcanzó a 3.174 m³/s el 21 de enero de 1944; el mínimo, observado el 15 de octubre de 1942, fué de 6,3 m³/s. El caudal específico resulta de 2,6 litros por segundo y por km² y el coeficiente de derrame de 0,115.

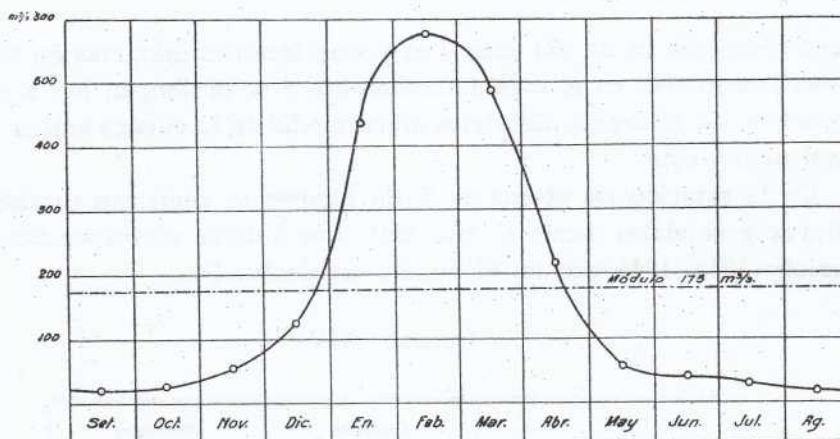


Fig. 73. — Río Pilcomayo; curva de caudales medios en Villa Montes.

Villa Montes, según ya se indicó, se encuentra situada al pie de la cuenca activa del Pilcomayo; aguas abajo el río penetra en la llanura chaqueña, pudiendo controlarse los factores hidrológicos respectivos, alturas y caudales, en las estaciones de aforos instaladas en La Paz y Fortín Pilcomayo, arriba del Estero Patiño, y en Puesto Thalmann, abajo del mismo. Desgraciadamente esas tres estaciones dejaron de funcionar a mediados de 1943, al terminar los trabajos en campaña de la ex-Comisión de Límites; es así como para Fortín Pilcomayo sólo se tienen datos correspondientes a los años 1941 y 1942, con módulos de 113,9 m³/s y 117,8 m³/s, respectivamente. Ambos valores son desde luego más bajos que el caudal medio verdadero, pues, como demuestra el Cuadro XVI, en el año 1943-1944 el río llevó en Villa Montes un caudal medio 2 1/2 veces superior al de los años anteriores, relación que los caudales habrán guardado aproximadamente a lo largo del recorrido del río. Lo mismo dígase de la estación de aforos en Puesto Thalmann, estación especialmente interesante por su situación, 10 km aguas abajo de Salto Palmar, pues en ella es posible controlar qué parte del caudal del Pilcomayo Superior pasa al sector

inferior y qué parte se desvía, desborda o se pierde por evaporación e infiltración en el tramo medio, a través de la región de los esteros. Así, en el año 1942, a un módulo de 136 m³/s en Villa Montes y de 117,8 en Fortín Pilcomayo correspondió un valor de 4,55 m³/s, apenas, en Puesto Thalmann; del mismo modo a un derrame anual de 4.291 Hm³ en Villa Montes y de 3.647 Hm³ en Fortín Pilcomayo sólo se registró 142 Hm³ en Puesto Thalmann.

Esas cifras permiten establecer, dentro de la inseguridad que emana de lo reducido del período de observaciones, una relación aproximada entre ellas: puede estimarse que los caudales del Pilcomayo que llegan a Salto Palmar, hacia el curso inferior, representan apenas un 4 por ciento de los del Pilcomayo Superior. VOLPI (1) en su informe, atento al valor de la evaporación que en Fortín Pilcomayo es, en media, de 1.70 m por año, y de la capacidad de los cauces diversos por los que se distribuye el agua en la región de los esteros, formula la conclusión siguiente: del caudal que pasa por Fortín Pilcomayo sólo llega al cauce internacional en Salto Palmar un 4 %; hacia el Estero Brazo Norte un 20 %; hacia la laguna La Bella un 26 % y hacia el territorio argentino, por La Madrid, un 20 %. El resto se pierde por evaporación, infiltración, etc.

Para que se aprecie la influencia retardatriz de los esteros en el escurrimiento de las aguas entre los tramos superior e inferior, recordaremos el ejemplo siguiente: en 1943 el pico de la crecida llegó a Fortín Pilcomayo el 1º de enero, el 10 alcanzó la laguna La Bella, el 28 de febrero rebalsó en Quebracho hacia Fortín Yacaré, no entrando agua al estero Patiño. El 1º de abril aun no había llegado el agua a Salto Palmar.

REGULARIZACION DEL RIO

De las cifras que acabamos de citar se desprende como consecuencia lógica el hecho de que en el tramo medio del río, debido a sus características fisiográficas y morfológicas, se pierde un considerable volumen de agua, al punto que sólo alimenta el tramo inferior un 4 por ciento del total. Los considerables caudales de crecida, por otra parte, desperdiciados y sin aprovechamiento alguno, contribuyen a agravar el desorden en el régimen del río dentro del referido sector central.

Hace más complejo aún este intrincado problema de hidráulica flu-

(1) VOLPI, CARLOS A., Informe citado.

vial un hecho que llega a atañer a las relaciones internacionales del país: el Pilcomayo medio, entre La Horqueta y Salto Palmar carece de un cauce único, definido, que sirva de límite entre la Argentina y el Paraguay.

La solución integral de ese problema debe comprender, por lo tanto, un doble sistema de obras, dispuestas para:

a) Regularizar y estabilizar en forma definitiva el curso del río en el mencionado tramo medio, aprovechando totalmente los caudales disponibles, suprimiendo divagaciones y desbordes y asegurando, a la vez, la equitativa repartición de esos caudales entre ambas naciones limítrofes; y

b) Obtener mediante obras de embalse en su cuenca superior la retención y aprovechamiento de los volúmenes de las crecidas, regularizando en tal forma el régimen del río y aumentando las disponibilidades hídricas del mismo.

Según los términos del mencionado Tratado Complementario de Límites firmado el 1º de junio de 1945 entre Argentina y Paraguay, ambos gobiernos han aceptado, en máxima, el siguiente plan de obras relacionadas con el punto a), fig. 66:

1 — Endicamiento del tramo Fortín Pilcomayo - Puesto Santa Ana: dos terraplenes, uno en cada margen, con dirección aproximada paralela al curso del río y a una distancia de 10 km entre ambos. Se crea con ellos un lecho de escurrimiento dentro del cual el río podrá eventualmente divagar, sin peligro de desviaciones totales, estableciendo, a la vez, una zona de decantación para los sedimentos de sus aguas. La altura media de esos terraplenes sería de 1,50 m y la máxima de 2,50 m; su ancho en corona de 5,00 m.

2 — Formación de un embalse en la laguna La Bella, mediante dos terraplenes, de 22 km de longitud cada uno, que se unen en proximidad del antiguo Fortín Salazar. Ambos terraplenes, de 7,00 m de altura en su punto de unión, la que va reduciéndose hasta anularse identificándose con el terreno en sus extremidades, (cota 120,00 m), podrán contener un gran embalse de 918 millones de metros cúbicos en su capacidad máxima, a la cota 118,50 m, y de 565 millones a la cota 117,50. Dos vertederos de seguridad, de 300,000 m de largo cada uno, descargarían los excedentes por partes iguales, hacia Argentina y hacia Paraguay, respectivamente.

3 — Un edificio de toma, en el vértice del ángulo que forman esos dos terraplenes, entre Fortín Sorpresa y Fortín Salazar, formado por 6 compuertas de 5,30 m de ancho por 1,50 m de alto, cada una de las

cuales puede proveer un gasto de 6,67 m³/s, o sea, un total de 40 m³/s. Las compuertas, los pilares, estribos y puente de servicio del edificio de toma serían de madera de quebracho.

4—Un canal artificial, que constituirá el curso internacional del Pilcomayo entre la laguna La Bella y Salto Palmar, alimentado por el edificio de toma que se acaba de describir. Ese canal, que une en línea recta ambos puntos, tiene un largo de 70 km, un ancho en solera de 40,00 m, pendiente de 0,30 m/km, taludes de 2:1 y un tirante de agua de 1,50 m. Pasará por él, como ya se ha dicho, un caudal de 40 m³/s.

5—Debe tenerse en cuenta que el terraplén de endicamiento de la margen norte a que se refiere el punto 1 anterior, servirá, a la vez, para cerrar el Estero Brazo Norte, evitando así las grandes pérdidas de agua que se producen por ese estero y llevándolas al embalse de La Bella.

El presupuesto de máxima de este anteproyecto alcanza a la cantidad de \$ 7.000.000 m/n, que se descompone como sigue:

Endicamiento:	\$ 716.389
Embalse La Bella:	„ 4.969.459
Canal artificial:	„ 340.735

a cuyas cantidades debe sumársele un 15 % para imprevistos. (1)

Este amplio e interesante plan de obras hidráulicas resuelve en forma integral el problema conexo con el Pilcomayo Medio.

Con respecto al punto b) anterior, relacionado con la regularización del régimen del río, cabe recordar que ya desde el año 1941, por un Acuerdo celebrado el 10 de febrero del mismo entre Argentina, Bolivia y Paraguay, disponiendo respecto del aprovechamiento de las aguas del río Pilcomayo, se estableció que los tres gobiernos designarán una Comisión Internacional encargada de proponer los estudios a efectuar en la cuenca superior del río, en territorio boliviano. Existiría, para ello, el propósito de considerar la posibilidad de construir una gran obra de embalse, ya propuesta por Bolivia, situada aguas abajo de la confluencia del río Pilaya con el Pilcomayo, con lo que se utilizaría los aportes de los mayores tributarios de este río, formándose así un represamiento de unos 1.000 Hm³. Ello permitiría aumentar el reducido caudal de estiaje, de 6 m³/s a 30 m³/s, durante los meses de mínimas aguas, de julio a octubre inclusive.

(1) Habiendo sido ratificado por ambas naciones el mencionado tratado de límites, se procederá a designar la Comisión Mixta encargada de la realización de ese vasto proyecto.

Por de pronto el gobierno de Bolivia ha dispuesto aprovechar el caudal del Pilcomayo en Villa Montes, para el regadío de 40.000 hectáreas, por medio de un dique derivador y un sistema de canales alimentados por las aguas de ese río.

NAVEGABILIDAD DEL RIO

La posibilidad de navegar el Pilcomayo, abriendo una vía de comunicación y de transportes por agua, desde el río Paraguay hasta la región sud-oriental de Bolivia, solicitó la atención de hombres de ciencia, exploradores, militares, industriales, etc., desde hace más de dos siglos. Es del año 1721, en efecto, la exploración de este río emprendida por el Padre Patiño (1) desde la Asunción, remontando su curso en una extensión de 471 leguas; posteriormente fué recorrido en el siglo XVIII por el Padre Castañeda, (1741) y Azara, (1781). En el siglo XIX se sucedieron los viajes del coronel boliviano Magariños, (1843); Van Nievel, (1844); Crévaux, (1882), desaparecido; Thouar, (1883) en busca del anterior; comandante Fontana, (1884), que exploró el brazo norte, ignorando la importancia del brazo sud; ingeniero Storm, (1890); Page, de la armada argentina, (1890) (2), ingenieros G. y A. Sol, (1898-1901), que levantaron el plano del río hasta el km 298; Ibarreta, (1898), que salió desde San Antonio, (Bolivia), llegando hasta Estero Patiño, donde fué muerto por los indígenas. Por último, en este siglo lo han reconocido Lange, (1905), por encargo de un sindicato argentino, habiendo levantado su curso hasta el paralelo 22°, y Krause (1906-1907) por la Comisión de Límites de aquella época. La incógnita que representaba para la hidrografía argentina el misterioso Pilcomayo ha atraído en todo tiempo, como se ve, un nutrido grupo de animosos viajeros y estudiosos, algunos de los cuales pagaron con su vida su inquietud de tales.

Como dijimos en otro lugar, puede considerarse hoy despejada esa incógnita, especialmente a raíz de los estudios sobre el terreno motivados por el trazado del límite argentino-paraguayo en el tramo medio, La Horqueta - Salto Palmar.

La profundidad del cauce, bien pronunciado, en el tramo inferior y su tirante de agua que no baja de 2,50 m entre la desembocadura

(1) En su homenaje lleva el Estero epónimo el nombre de él.

(2) El capitán de fragata Juan Page falleció durante esa exploración, el 2 de agosto de 1890, debido a las penurias del viaje.

y Junta Fontana (1), son factores favorables para la navegación en este sector del Pilcomayo. Para que ella sea posible en los primeros 26 km desde la desembocadura, habrá de disponerse previamente el cierre del corte del Reventón, restituyendo al cauce internacional todo su caudal propio. La Dirección de Navegación y Puertos llevó a cabo en 1940 el levantamiento plani-altimétrico detallado del curso del río hasta Reventón y más tarde, en 1943, preparó un anteproyecto de reactivación de ese tramo terminal, previendo, a la vez, la rectificación del mismo por medio de cortes de las curvas más pronunciadas, lo que daría como resultado la disminución del recorrido del río, que de 26 km quedaría reducido a sólo 15,6 km. El lecho artificial del río rectificado tendría el fondo, de 25,00 m de ancho, a 1,00 m bajo el cero local; el volumen de tierras a dragar sería de 1.800.000 m³, con un costo de \$ 2.160.000 m/n. La realización de este proyecto impone, desde luego, la celebración de un convenio con el Paraguay, para establecer la compensación de los terrenos que quedarán en seco en jurisdicción de ambos países.

Desde Junta Fontana hacia el oeste el brazo sud presenta profundidades cada vez menores; en Puesto Misión, en el codo que forma ese brazo, 20 km aguas arriba de Junta Fontana, la profundidad es de 2,00 m; 80 km más adelante, frente a Misión Vieja, el tirante se reduce a 0,75 m y en Baradero, km 336, no hay más de 0,50 m de agua.

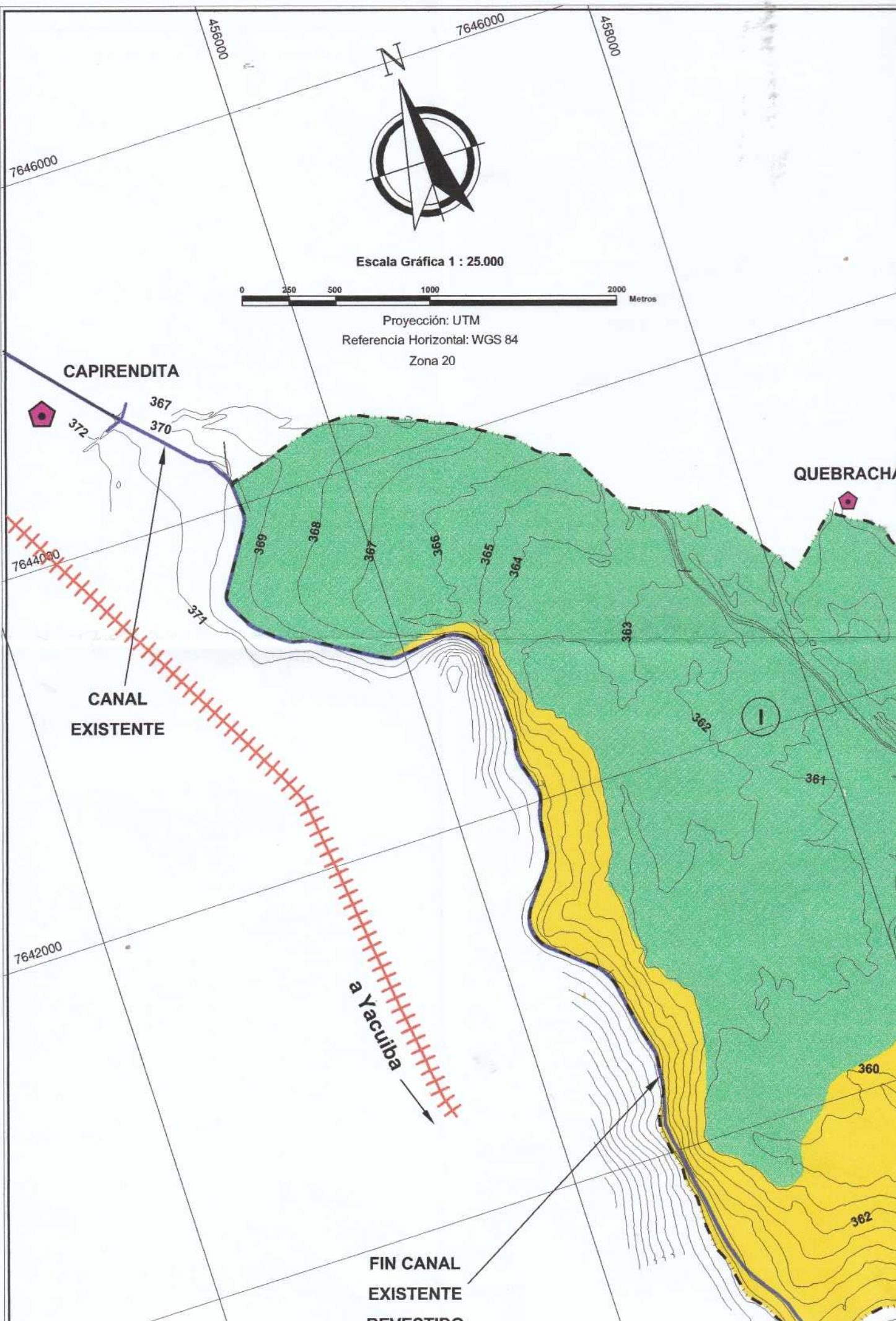
Es obvio que esas alturas de agua quedarán favorablemente modificadas con la construcción del canal proyectado entre la laguna La Bella y Salto Palmar, por donde se establecerá definitivamente el cauce del Pilcomayo Medio y que servirá de límite entre ambas naciones. El considerable caudal que ese canal llevará permanentemente, 40 m³/s, producirá una profundización natural aguas abajo de Salto Palmar, a la vez que sobre elevará el nivel del agua en ese trecho. Por su parte ese canal artificial, con su solera de 40,00 m de ancho y tirante de 1,50 m, podrá ser cómodamente navegado por embarcaciones de hasta 160 toneladas de porte, con 130 toneladas de carga útil.

El embalse de La Bella introducirá, sin duda, una solución de continuidad en la navegación del río, la que por las condiciones del cauce sólo podrá reanudarse aguas arriba de Zanja de la China, siguiendo el Brazo Norte que llega a Horqueta Quinteros y de ésta remontando el río, por el que ya Lange navegó en 1905, alcanzando el paralelo

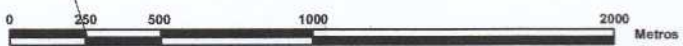
(1) LANGE apunta profundidades de 3,00 a 6,00 entre Junta Fontana y Puerto Galileo, y aun mayores aguas abajo, con velocidades del agua que no pasan de 0,20 a 0,63 m/s.

22°, (1) a una distancia desde la desembocadura, por el curso del río desarrollado, de 1.090 km. Ello siempre que, completando el plan de obras ya descrito, se crea justificado, del punto de vista de la navegabilidad del río, agregar una esclusa fluvial al edificio de derivación del embalse La Bella, realizando, a la vez, algunos trabajos de mejoramiento en el Estero Brazo Sud, con lo que desaparecería la solución de continuidad que para la navegación representará la formación de aquel embalse.

(1) El hito argentino en la intersección del río con el paralelo 22° queda a los 62° 52' 8" al oeste de Greenwich y a los 4° 29' 53" al oeste de Buenos Aires, según una inscripción colocada en su base.



Escala Gráfica 1 : 25.000



Proyección: UTM
Referencia Horizontal: WGS 84
Zona 20

CAPIRENDITA

QUEBRACHA

CANAL
EXISTENTE

a Yacuba

FIN CANAL
EXISTENTE
REVESTIDO

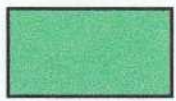



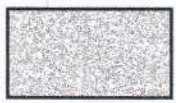
460000

462000

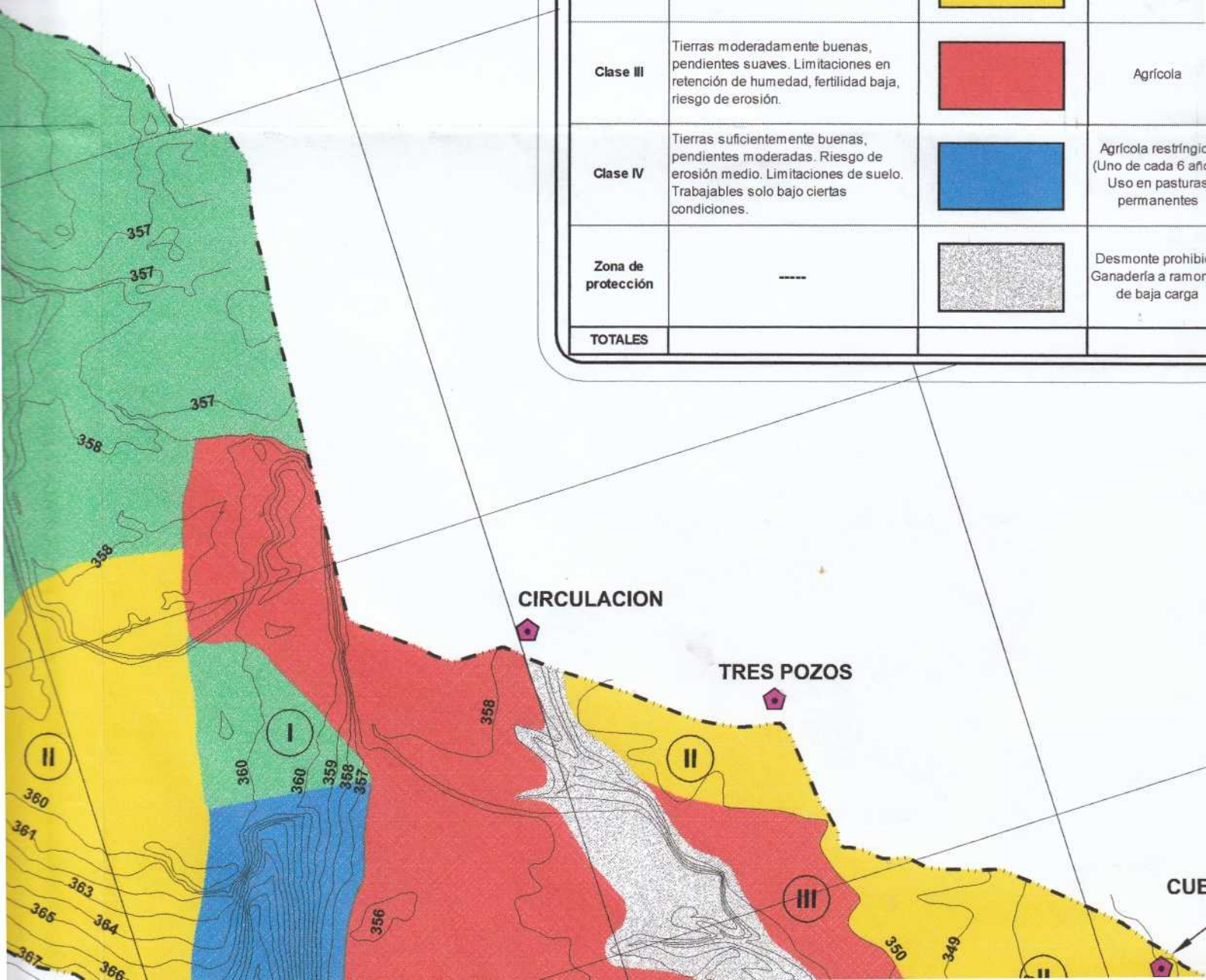
7644000

464000

CLASIFICACION DE SUELOS CON FINES A

DETALLE	CARACTERISTICAS	COLOR EN EL MAPA	USO MAYOR
Clase I	Tierras buenas, planas, no erosionables. Suelos profundos y trabajables, retienen agua y de adecuada fertilidad. No tienen ninguna restricción.		Agrícola
Clase II	Tierras buenas, casi planas, ligero riesgo de erosión, drenaje algo lento o no retienen humedad		Agrícola
Clase III	Tierras moderadamente buenas, pendientes suaves. Limitaciones en retención de humedad, fertilidad baja, riesgo de erosión.		Agrícola
Clase IV	Tierras suficientemente buenas, pendientes moderadas. Riesgo de erosión medio. Limitaciones de suelo. Trabajables solo bajo ciertas condiciones.		Agrícola restringida (Uno de cada 6 años) Uso en pasturas permanentes
Zona de protección	----		Desmante prohibido Ganadería a ramoneo de baja carga
TOTALES			

AL



CIRCULACION

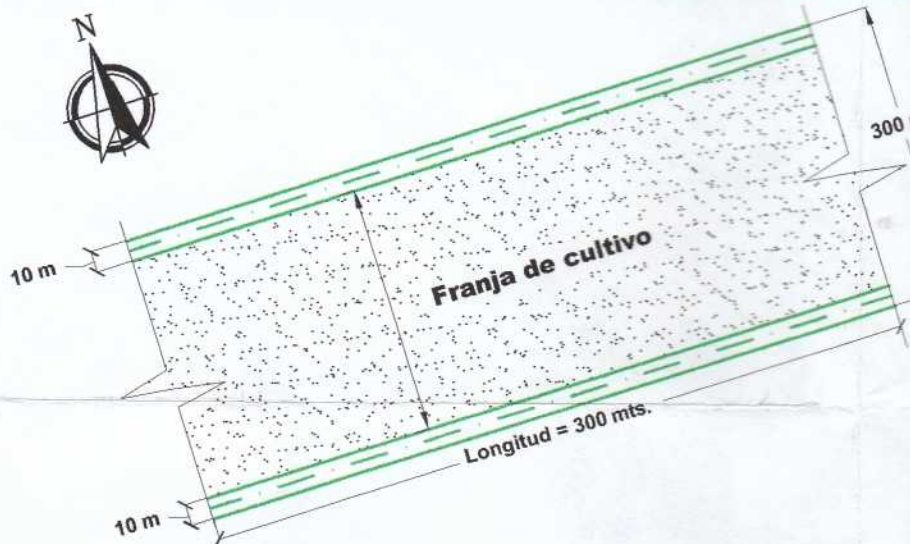
TRES POZOS

CUE

LAS

ERFICIES [has]	INCIDENCIA [%]
5.85	0.19
29.24	0.41
8.25	0.13
3.24	0.12
3.57	0.16
0.15	1.00

CORTINAS ROMPEVIENTOS



NOTA: Las cortinas rompevientos actuales que no cumplen con las presentes especificaciones técnicas, adecuadas con siembra de especies de rápido crecimiento y respetando la orientación.

Desmontes existentes: Siembra en los intersticios de especies de rápido crecimiento como leucaena, para hacer la cortina mas impermeable.

Nuevos demontes: Siembra de al menos 3 especies (leucaena, sauce, terebinto) para lograr que los cordones de desmonte se conviertan en rompevientos. El máximo largo de cada cortina sera de 300 m, para permitir paso de maquinaria.

LEON

**PROYECTO DE GESTION INTEGRADA
Y PLAN MAESTRO DE LA CUENCA
DEL RIO PILCOMAYO**

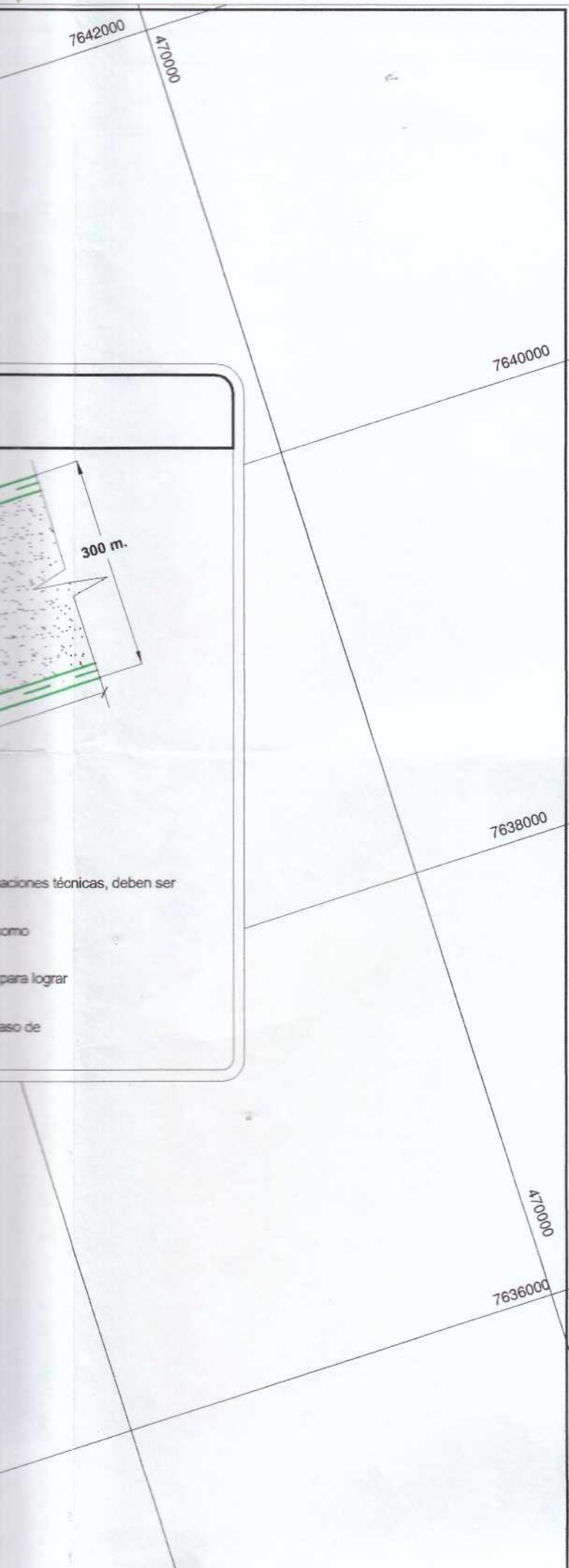


DISEÑO FINAL

**DEL PROYECTO DE RIEGO
VILLAMONTES - SACHAPERA
MODULO INICIAL**

**CLASIFICACION
DE SUELOS CON
FINES AGRICOLAS**

UBICACION DEL PROYECTO



aciones técnicas, deben ser
como
para lograr
aso de

**FIN CANAL
EXISTENTE
SIN REVESTIR**

7638000

7636000

7634000

452000

4540000

FUENTE DE LA INFORMACION

1.- Estudio de suelos a nivel detalle, Complejo Industrial Gran Chaco, Villamontes - Sachapera; AGROCONSULT, 1977.

2.- Estudio de Prefactibilidad Proyecto Villamontes - Sachapera; 1977.

3.- Mapa MACA, ejecución Proyecto de Riego Gran Chaco, Villamontes - Sachapera; 1977.

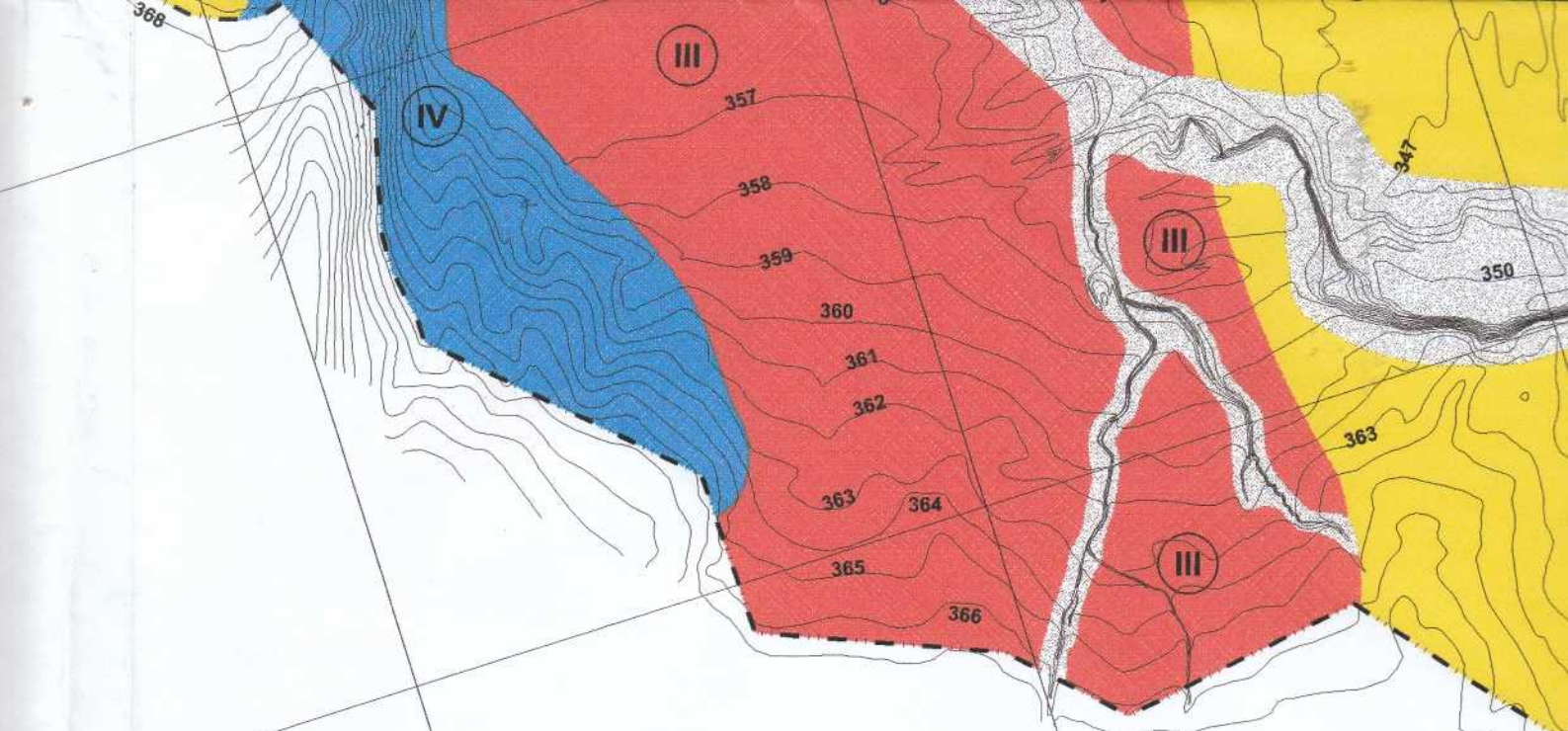
4.- Estudio de Factibilidad, Proyecto Villamontes - Sachapera; 1977.

Consortio Consultor: LAHMEYER - INTERNATIONAL

SALZGITTER CONSULT GMBH

AGROPROGRESS KIENBAUM INTERNATIONAL

5.- Reconocimiento de campo por Ingeniería del Agua SRL, 2000.



haco;

ENDE, 1978.






montes, Sachapera, 1978.

989

IONAL GMBH

GMBH

6.

CLASE	COLOR EN EL MAPA	DESCRIPCION DE USO
I		Cultivos intensivos de escarda.
II		Cultivos de escarda. Cultivo en fajas para disminuir erosión.
III		Cultivos de raíz profunda. Rotación para disminuir erosión. Suelo siempre cubierto.
IV		Pasturas permanentes
Zona de protección		Cobertura de árboles permanente para protección de suelos.

7632000

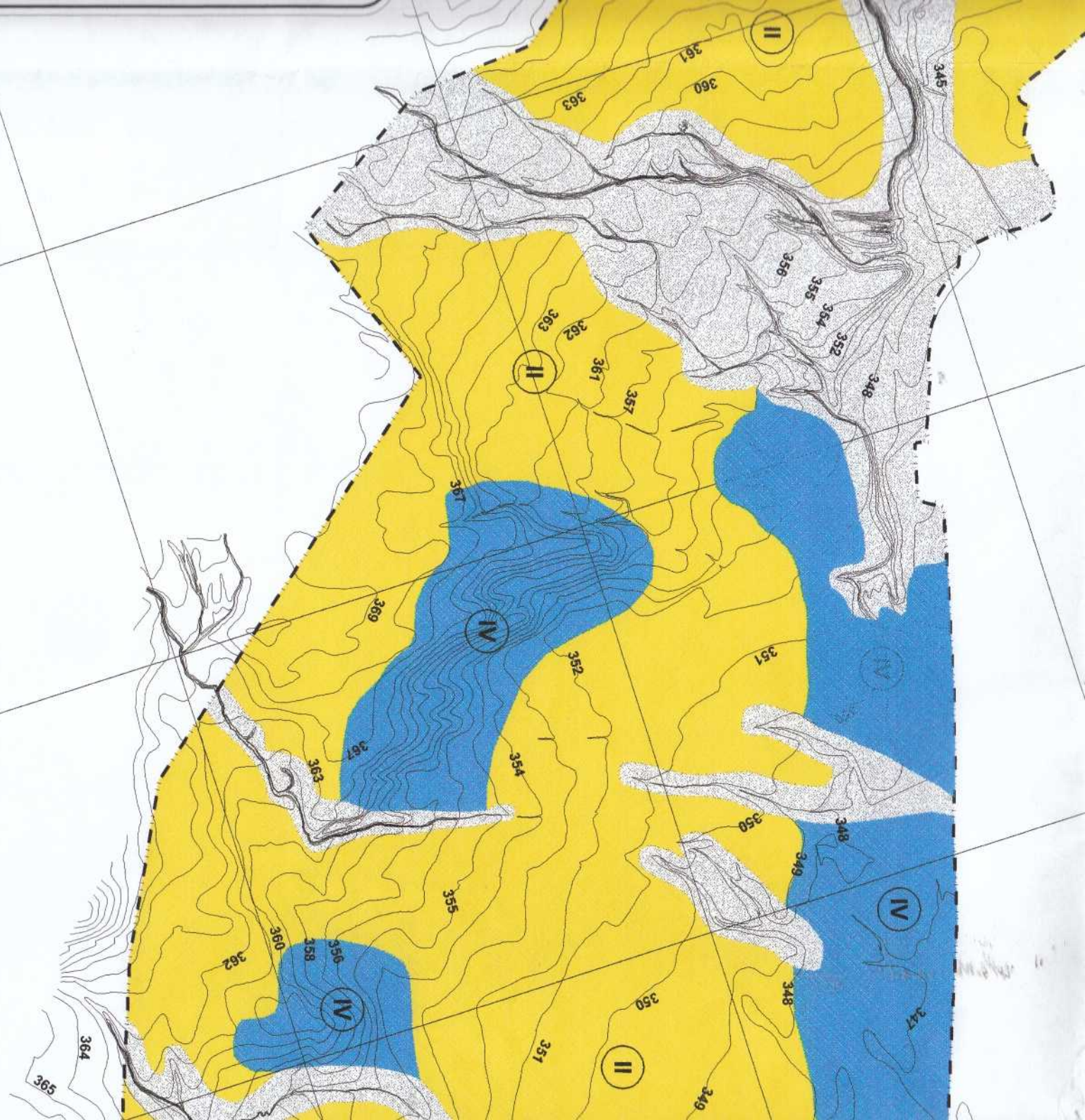
4560000

458000

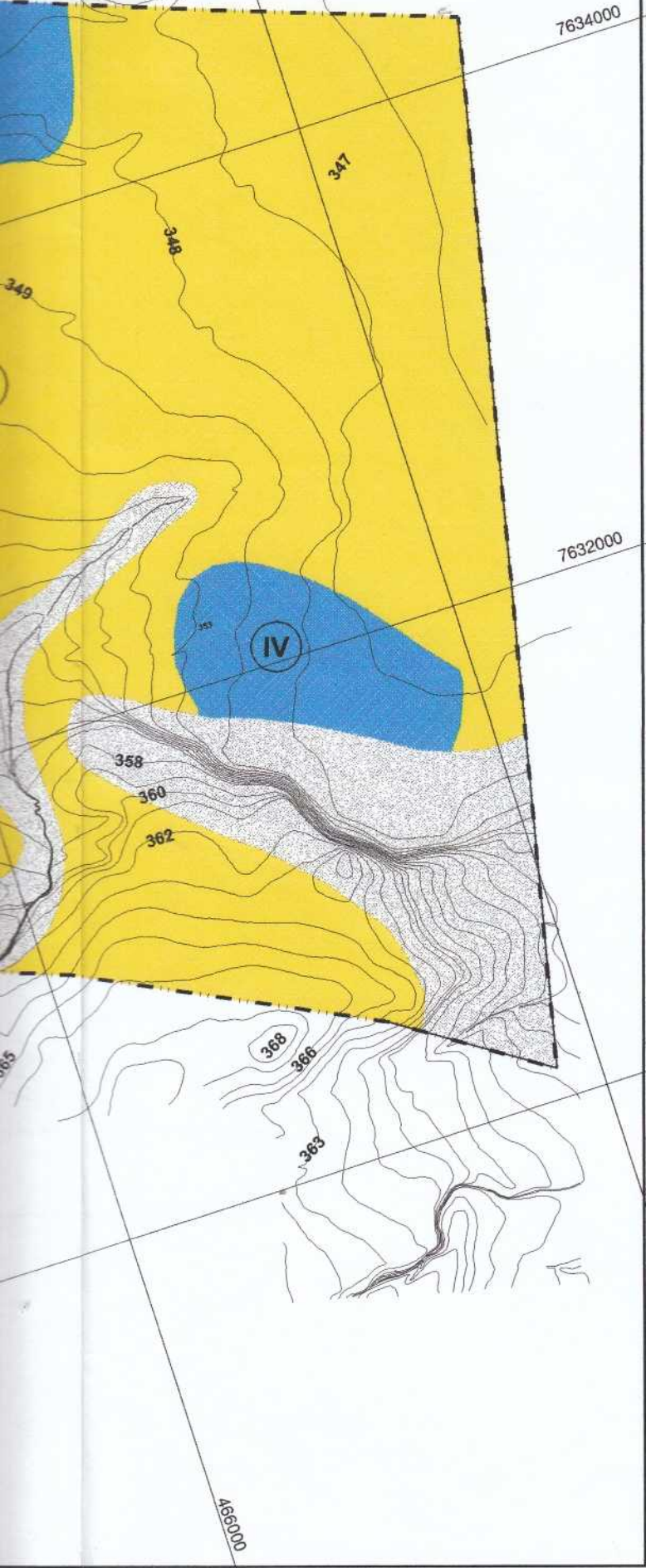
460000

462000
0000361



464000



ALGARROBAL



REFERENCIAS

-  - Curvas de Nivel
-  - Area de riego PROVISA
-  - Comunidad Weenhayek
-  - FFCC
-  - Tipo de suelo
-  - Canal

SUPERVISION PROYECTO PILCOMAYO

Ing. Eduardo Panique	Ing. Mabel Amarilla
----------------------	---------------------

SUPERVISION PREFECTURA DE TARIJA

Ing. David Torrez	Ing. Jacob de la Cruz
-------------------	-----------------------

Diseño: Ing. Jaime Querejazu Leytón

Revisó IA: Ing. Juan Carlos Sauma Haddad - RNI: 6182

SIG/CAD: Téc. Rosa Elvira Lucas Paniagua

Fecha: Septiembre 2006

Escala 1 : 25.000

Plano Nro. : 4

